

Los materiales y las tecnologías constructivas de la vivienda de interés básica y social urbana en Puebla-México

EDGAR BARONA DÍAZ*

FERNANDO SÁNCHEZ RODRÍGUEZ**



Resumen

En este artículo se presentan los principales resultados de una investigación sobre la caracterización de la vivienda de interés básica y social urbana en Puebla, con referencia a los materiales y las tecnologías constructivas.

Los objetivos que se persiguen están dirigidos al mejor conocimiento de dos de los factores que más inciden en su comportamiento físico, y la posibilidad de evaluar la dependencia o interrelación que tienen con la vida útil del producto que se obtiene: vivienda de interés básica y social.

Los autores de este trabajo han desarrollado investigaciones en que han podido comprobar que los materiales y las soluciones constructivas constituyen dos de los elementos más importantes

* Máster en Ingeniería. Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FIBUAP), Coordinador de la Maestría en Ingeniería en Construcción. Puebla-México. edgarbarona@puebla.megared.net.mx

** Doctor en Arquitectura. Profesor de la Facultad de Construcciones de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
fsanchez@fc.uclv.edu.cu

Fecha de recepción: julio 12 de 2005, Fecha de aprobación: marzo de 2006

en la generación de patologías en el contexto de Puebla.

Los elementos o variables objeto de caracterización fueron definidos a partir de los criterios de diferentes autores, y sobre todo de los resultados de una encuesta muestral.

La definición de los prototipos o tipologías que puedan ser representativos del universo de la vivienda básica y social en Puebla, persigue el objetivo de poder profundizar en su caracterización y, en futuros estudios sobre los procesos patológicos que en él ocurren, poder determinar con mayor precisión las causas de las manifestaciones patológicas.

Palabras clave: Materiales y tecnologías, viviendas interés social, Puebla-México

Abstract

This article contains the main results of an investigation about the characterization of the basic and social urban housing of interest in Puebla with reference to the materials and the technologies of construction.

The objectives which are pursued are directed to the best knowledge in two of the factors cause the impact in their physical reaction, and the possibility of evaluating the dependence or interrelation they have with the lasting time of the product that is obtained: basic and social housing of interest.

The authors of this work have developed investigations that have been able to check about the materials and the constructive solutions which constitute two of the most important elements in the generation of pathologies in the area of Puebla.

The elements or variables referred to our concern were defined from different authors approaches, and mainly the results of a survey.

The definition of the prototypes or types that can be representative from universe of the basic and social housing in Puebla, pursue the objective of being able to go deeply in their characterization, in further studies on the pathological processes that happen to it, to be able to determine more precisely the causes of the pathological manifestations.

Key words: Materials and technologies, social housing, Puebla-México

Desarrollo

La mayoría de los documentos consultados subrayan que la caracterización de materiales y las tecnologías deben considerar, fundamentalmente, los siguientes factores.

En cuanto a materiales y productos.

- Disponibilidad y surtidos
- Su calidad y contribución a la vida útil de las viviendas
- Su apropiabilidad
- Su accesibilidad y precios

En cuanto a tecnologías constructivas:

- Disponibilidad
- Existencia de documentos técnico-normalizativos

Otros factores que pueden ayudar a la caracterización de ambos elementos son los relacionados con su contribución a lograr procesos de construcción sobre bases sustentables y cómo se realiza el ejercicio de la ética profesional.

A partir de estos elementos se hizo una consulta a un panel o comité de expertos que pretendía definir dichos elementos y ponderarlos para las condiciones y características de Puebla. Desde el punto de vista de los materiales resultaron muy significativos los siguientes factores o variables:

- Es categórico que en el estado de Puebla existen los materiales y productos necesarios para la construcción de viviendas de interés social. El 96% de los expertos se pronunció afirmativamente. No obstante, un tercio de los encuestados consideran que no son suficientes, aquí se están refiriendo sobre todo a los de terminación y acabado. La gran mayoría (84%), reconoce que existe tradición y experiencia en el uso de esos materiales. Respecto a los precios es evidente que existe gran diferencia de precios de un productor a otro, y en cuanto a si resultan asequibles para las personas de más bajos ingresos un 52% respondió que no.
- Con relación a la existencia de normas para su producción, el aseguramiento de la calidad y la contribución de ella en la vida útil de las viviendas, hay opiniones compartidas. Sí se reconoce que existen los documentos técnico-normalizativos, pero un 60% considera que no son aplicados en los procesos de producción; esto es consecuencia de que muchos artesanos informales, sobre todo de producciones cerámicas, no poseen ni aplican dichos documentos. Los autores pudieron comprobar que para la mayoría de esos productos no existen datos sobre sus resistencias, comportamiento ante la humedad, entre otros. Respecto a la durabilidad global de esos productos y materiales,

las opiniones positivas y negativas fueron casi iguales, y el 50% de los expertos consideran que sí contribuyen al mantenimiento de las viviendas y el otro 50% que no. Este último aspecto pretendía saber si podían existir materiales o productos que dificultaran la aplicación de la actividad, a partir de su apropiabilidad, disponibilidad y requerimientos técnicos.

- Resultó evidente que los productos y materiales que se emplean en la vivienda de interés básica y social no contribuyen a lograr construcciones sostenibles.

Sobre las variables relacionadas con las tecnologías constructivas se pueden hacer los siguientes análisis:

- Son suficientes los repertorios tipológicos pero en cuanto al respaldo normativo para una buena práctica constructiva se refleja que existe déficit. Se puede considerar como medianamente positivo el nivel de conocimientos técnicos y tradición para el empleo de estas tecnologías, y negativo el nivel de mecanización de las mismas.
- Resultó muy evidente que las tecnologías empleadas en la vivienda social no garantizan procesos constructivos con la calidad necesaria, por lo que la vida útil del producto final y las facilidades para lograr aplicar un mantenimiento sistemático son aspectos negativos en el tipo de vivienda estudiada.
- Los precios de las viviendas que se ofertan al sector de la población que demanda este tipo de inmueble son excesivos y no están a su alcance. Esto explica por qué solo en la ciudad de Puebla existen 3.452

viviendas de interés básica y social terminadas y que no son ocupadas por no existir capacidad de pago por los necesitados, siendo el déficit de viviendas actualmente de 90.873. Otro aspecto evaluado negativamente fue el relacionado con la ética profesional que garantice buenas prácticas constructivas. Este es un elemento subjetivo que en el caso de México tiene dimensiones considerables.

La normativa vigente

Este es un factor que puede caracterizar la vivienda desde dos puntos de vista casi contrapuestos. Por un lado hay documentos técnico-normalizativos que pueden asegurar la calidad exigida para el tipo de producto que se demanda. En este sentido se destacan la Norma Técnica de Vivienda de INFONAVIT,¹ que es un documento que establece los procedimientos para las etapas de diseño (urbano y arquitectónico), y construcción de viviendas en México. El proyecto de Norma Mexicana (proy-NMX-C-442-ONNCCE-2004), es un documento que establece los elementos para la comprobación y verificación de la construcción de viviendas.

Sin embargo, en cuanto a los materiales y productos, el nivel de certificación y normalización es incipiente en México. Existen muchos materiales que se fabrican en las diferentes regiones del país que no cuentan con una norma nacional, esto para el caso de productores formales y establecidos en plantas o fábricas reconocidas, pues las producciones artesanales de carácter informal, que para este tipo de vivienda resultan considerables, no cuentan con normativa alguna.

Los supervisores, directores y responsables de obra, peritos y constructores, en su mayoría no

tienen conocimiento de las normas, de los reglamentos, de cómo evaluar o especificar diversos materiales o insumos y es ahí donde muchas veces se generan vicios ocultos ya sea en la estructura, acabados, o en las instalaciones; se trabaja de forma empírica.

Son prioritarias para la vivienda las normas relacionadas con elementos de orden estructural; la generación y actualización de las que se relacionan con elementos preindustrializados, como pueden ser bloques, paneles, elementos para techos y muros, ventanas y puertas, elementos relacionados con las instalaciones hidráulicas, sanitarios, algunos acabados y muebles fijos (baños, lavabos, cocinas). En el ámbito del concreto como tal existen.

De aquí que por los resultados de la consulta a expertos y las experiencias de los autores se puede afirmar que la normalización en el universo de estudio es deficitaria, pero el cumplimiento y aplicación de las existentes es prácticamente ignorado.

Características técnicas

Las características de los materiales así como las propiedades mecánicas de los tipos de mampostería más usados en México, que también lo son en las viviendas que se estudian, fueron determinados en un amplio programa experimental realizado en el año 1997.⁵ Se determinaron la resistencia a la compresión, la absorción y el peso volumétrico de las piezas de ladrillo y bloques, se encontró que la variabilidad de la resistencia era aceptable, no solo en las piezas construidas por los artesanos, sino en aquellas construidas industrialmente, en las que la apariencia y la regularidad geométrica son las características que cuidan el control de calidad, más que su resistencia.

El coeficiente de variación entre piezas de un mismo lote no es muy alto, entre un 17% para producción con buen control de calidad y un 28% para control pobre en producción artesanal. Sin embargo, la variación entre las resistencias promedio de lotes diferentes de un mismo productor es elevada y también lo es la de piezas de similares características de diferentes productores. El coeficiente de variación global, incluyendo estos factores era del 28%.⁶

La clasificación y los usos recomendados, que contienen los requisitos de calidad de los bloques de cemento, tabiques y tabicones (artesanales e industrializados), que se utilizan en los elementos estructurales de mampostería de las unidades habitacionales de interés social, se indican en las Tablas 1 y 2.

Con relación a la Tabla 3, hay que señalar que en la práctica se presenta un fenómeno provocado por la poca accesibilidad de la población respecto a algunos productos, y se trata de que muchas personas compren piezas de grado de calidad C y les dan un uso como si fueran A, lo que

indudablemente puede ser causa de patologías y envejecimiento prematuro de las viviendas.

Como resultado de un programa experimental,⁸ se propusieron valores de diseño para las principales propiedades mecánicas de la mampostería más común, y para otras combinaciones se han definido los métodos para determinar en forma experimental dichas propiedades (Tabla 3).

La industria de la construcción generalmente atiende a los programas institucionales de vivienda y a la población de recursos medios o altos. Los costos mismos de la infraestructura técnica, de los profesionistas especializados y de la capacidad de administración de los procesos constructivos, conforman un precio fuera del alcance de los pobladores de escasos recursos, y ello hace que esta industria, que si bien puede garantizar una racionalidad técnica y una seguridad estructural en la construcción, esté también al margen de la producción de la vivienda básica y social en una alta proporción. Ello conlleva que los necesitados de vivienda acudan al ámbito de la informalidad para adquirir materiales e insumos diversos como el cemento, la varilla, los muebles sanitarios, la tubería, el material eléctrico, la mampostería “casera”, es decir, todos los elementos que los pobladores utilizan directamente en la construcción de sus viviendas.

En Puebla existen algunas plantas industriales de prefabricados para

Tabla 1. Clasificación de los bloques de cemento, tabiques y tabicones.

Tipos	Subtipos	Grados de calidad
Bloques de Cemento	Sólidos	A-B-C
	Huecos	A-B
Tabiques y Tabicones	Sólidos	A-B-C
	Huecos	A-B

Fuente: Norma Mexicana. 2002 (7)

Tabla 2. Usos recomendables para bloques de cemento, tabiques y tabicones.

Grado de Calidad	Usos
A	Aptos para muros interiores y exteriores, de carga o de relleno. Su baja absorción permite su uso sin recubrimiento
B	Aptos para muros interiores y exteriores, de carga o de relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante recubrimiento o sellador impermeable.
C	Aptos para muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

Fuente: Norma Mexicana. 2002 (7)

Tabla 3. Características físicas de los bloques de cemento y tabicones.

Características	Bloques de cemento					Tabiques y tabicones				
	Sólidos			Huecos		Sólidos			Huecos	
	Grados de calidad					Grados de calidad				
Resistencia a la Compresión (Mpa, mínima)	A 8	B 6	C 6	A 6	B 6	A 14	B 6	C 8	A 8	B 6
Absorción de agua (% , máxima)	17	20	23	17	20	17	20	23	17	20

Fuente: Norma Mexicana. 2002 (7)

la vivienda, pero su tamaño no les permite producir volúmenes que sean competitivos en el mercado con la forma tradicional de construcción, y con el tiempo estas producciones se han orientado hacia la demanda solvente. Se ponen en tela de juicio los términos de calidad y los esfuerzos que se han realizado para la producción de prefabricados útiles para la vivienda básica y social, accesibles para la población y que puedan garantizar una forma adecuada de utilización para la seguridad de los pobladores, entre éstos, el caso casi único que se ha desarrollado ampliamente es la solución de vigueta y bovedilla para entrepiso y cubierta.

Ciclo de vida

En la actualidad el uso de materiales de construcción se caracteriza por un proceso lineal desde la extracción de las materias primas hasta que se convierte en desecho. Las estrategias de manejo de recursos se realizan en términos de costos monetarios y beneficios, donde en general se prefiere lo más económico.

El estudio de las fases de desarrollo en los materiales de construcción se da a partir del estudio del ciclo de vida, concepto sin duda de una profunda dialéctica y que va a permitir un análisis integral con un enfoque sostenible, según sostiene Peterssen.⁹

Es posible que el estudio de los materiales de construcción, desde el punto de vista del desarrollo sostenible, implique el análisis del ciclo de vida, una herramienta ambiental desarrollada inicialmente para valorar productos industriales, pero que en los últimos años ha sido objeto de ajustes para su aplicación al sector de la construcción, resultando una herramienta válida que encierra las fases del desarrollo y por tanto aplicable a materiales y productos de este sector.¹⁰ Según Rieradevall¹¹ constituye un método conceptual cuyo objetivo

principal es analizar objetiva, metódica, sistemática y científicamente el impacto ambiental que ocasionan los productos en toda su existencia (ciclo de vida).

El estudio realizado permite afirmar que estos conceptos son aún desconocidos en la práctica constructiva de buena parte del país y en particular del contexto estudiado. El aprovechamiento de las materias primas y algunos productos simples se realiza en por cientos que generan gran cantidad de desperdicios; estos también son muy abundantes durante la producción de los materiales y productos, y rara vez son reutilizados. Los resultados de la consulta a expertos y las experiencias de los autores permiten sostener que en el contexto estudiado la construcción con un enfoque sustentable es aún meta por alcanzar, incluso en etapas incipientes, y dentro de ella el análisis del ciclo de vida es inexistente.

Tipologías constructivas

Para caracterizar este factor se procedió al análisis de las posibles alternativas para construir la vivienda de interés básica y social en Puebla, y los elementos que marcan las diferencias son:

- Las diversas formas de combinar los materiales y productos, sobre todo para el caso de los muros.
- El tipo de cimentación.
- El número de plantas o niveles.

Dando por resultado que las viviendas de interés básica y social pueden estudiarse a partir de cinco tipologías constructivas que se presentan en el anexo.

El análisis realizado permite expresar que no es abundante el repertorio tipológico para las categorías de viviendas que se estudian. De ordinario sus elementos componentes y forma de ejecutarse son muy similares de un tipo a otro. En condominios horizontales, de uno y

dos niveles (las que serían tipología A y B respectivamente), se logra la agrupación de dos hasta doce viviendas con muros compartidos (Figuras 1 y 2).



Figuras 1 y 2. Ejemplo de tipología A y B

En estas tipologías es común tener en cuenta una dirección “fuerte” definida para todos los muros largos que dividen los espacios de una vivienda y entre viviendas, y otra “débil” definida por los muros cortos o mochetas de fachada principal y posterior, que por los requerimientos de iluminación, ventilación y circulación del proyecto arquitectónico, no permiten tener muros largos. Esta característica, propia de las construcciones horizontales para vivienda de interés social, permite manejar dos criterios de solución para la estructuración y refuerzo de los muros: una para la dirección fuerte y otra para la dirección débil (Figura 3).

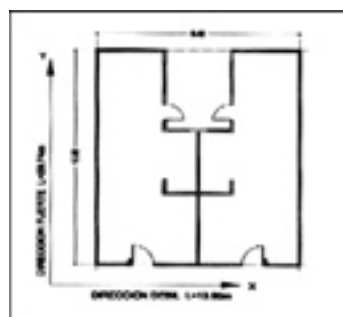


Figura 3. Dirección de muros débiles en “x” y fuertes en “y”

Fuente: Infonavit. 2004



Figura 4. Losa de cimentación

En las zonas sísmicas, como en el caso de Puebla, los muros son confinados con refuerzo horizontal.

En la tipología A la cimentación es de piedra brasa con cadena de hormigón armado (cimentación corrida y zapata). Al tiempo que a partir de la tipología B (dos niveles), y hasta la E (cinco niveles), todas las cimentaciones serán con losa de cimentación de hormigón armado en forma de balsa y cadenas también de hormigón armado (Figura 4).

En estas tipologías los muros de fábrica siguen siendo los elementos estructurales más empleados para resistir tanto las fuerzas verticales como las horizontales. Las piezas y morteros empleados son el tabique artesanal recocido y el “block” de tepexil hueco, y sus refuerzos se realizan mediante pequeñas columnas (castillos) y vigas (dalas) de concreto armado, en la modalidad que se ha denominado mampostería confinada. Todos los muros han sido aplanados (revocado), para contribuir a la resistencia del mismo.

En Puebla el comportamiento de este tipo de tipologías ante los sismos ha sido satisfactorio, el estudio de las patologías lo demuestra, y esto contradice la experiencia de otros países, en el sentido de que por su baja resistencia a tensión y su comportamiento frágil, la mampostería no es un material adecuado en zonas sísmicas, a menos que se refuerce de modo similar al concreto reforzado.

Las tipologías C, D y E son las utilizadas en los edificios multifamiliares de tres, cuatro y cinco niveles, y de seis, ocho y diez viviendas por piso. En estos casos la mayoría de los muros son de fábrica industrializada que permite la colocación interna de castillos (denominados también ahogados), e instalaciones. Los edificios construidos a partir de 1976, en su mayoría, han sido

construidos con esta tecnología (Figuras 5, 6 y 7)



Figura 5. Tipología C. Condominio de mampostería de 3 niveles.



Figura 6. Tipología D. Condominio de mampostería de 4 niveles



Figura 7. Tipología E. Condominio de mampostería 5 niveles

Como ya se dijo, las soluciones de cimentación para las tipologías B, C, D y E son losas de cimentación. Todos los entresijos son de vigueta y bovedilla y las losas de cubierta (de azotea), son de hormigón armado.

En esta tipología se emplea la mampostería con refuerzo interior (llamada mampostería reforzada), en la que se ha colocado una gran cantidad de refuerzo horizontal y vertical en el interior de los muros, aprovechando los huecos de las

piezas que son posteriormente rellenos con mortero de cemento. Es de destacar que en esta solución, aunque muy extendida, no se ha podido implementar una práctica local para su correcta ejecución. (Figuras 8 y 9)



Figura 8. Mampostería reforzada



Figura 9. Castillos de refuerzo en muro.

En las anteriores tipologías se han presentado algunos problemas sociales, relacionados tanto con la propia forma de construcción como con el planeamiento y diseño de los conjuntos. El primero de ellos tiene que ver con las dificultades al interior de los conjuntos para que los ocupantes desarrollen una serie de actividades propias de esta tipología como son: juegos de niños, reuniones sociales o de participación, deportes para jóvenes, espacios de descanso para ancianos, etc. Esto se ve agravado por las limitaciones en

el diseño de la vivienda, que no se adapta a las diferencias demográficas y tipologías de las familias.

El otro problema se refiere a la relación con la inserción espacial y social de estos conjuntos en su colonia o barrio. Por lo general, dado el tamaño que tienen y la falta de una planificación adecuada en el ámbito local, cuando los conjuntos se han localizado en áreas ya urbanizadas, han irrumpido los trazados ya existentes, que han modificado la vida urbana que existía y ha producido un rechazo de quienes ahí residían. Pero también los habitantes de los conjuntos se han aislado de su entorno, perdiendo la posibilidad de desarrollar una vida barrial satisfactoria. Del mismo modo, cuando los conjuntos se han localizado en la periferia (como está sucediendo ahora), simplemente no existe un entorno con el cual interactuar social y espacialmente, lo que se ve agravado por la falta de servicios públicos y equipamiento cotidiano. En estas situaciones es evidente que no se está construyendo ciudad.

Los precios de la vivienda

Es indudable que este es uno de los problemas más graves que tiene la vivienda en México. Los precios se incrementan de año en año y disminuye el salario promedio de la población.

Una regla empírica usual en las instituciones financieras es que una familia no debe pagar mensualmente por la vivienda más de 25 ó 30% de sus ingresos en ese mismo período. Como resulta evidente, al ser variables los ingresos y por lo tanto, la capacidad de pago de la población, a medida que baja la escala de ingresos familiares la familia puede aspirar a una vivienda de precio cada vez menor. Más aún, por debajo de un cierto nivel de ingresos, en el que lamentablemente se encuentran la mayoría de los

habitantes, los costos de casi cualquier tipo de vivienda superan la capacidad de pago de las familias y, por lo tanto, requieren de subsidios para poder disfrutar de una vivienda adecuada.

Las acciones de autoconstrucción, organizadas, conducen a menores costos (entre 30%-40%), con respecto a las construidas por programas públicos, a partir del uso controlado de materiales, construcción de más viviendas, mayor capacidad de asimilar tecnologías alternativas y materiales locales, alto grado de satisfacción del usuario, y posibilidad de la progresividad, según expresa Gamboa;¹² y sostiene que esta vía permite adaptar la vivienda a las características de los usuarios y se prioriza según capacidad económica, acelerando o desacelerando según recursos, y disminuyendo el costo.

El costo de una vivienda se puede reducir, en primer lugar, disminuyendo su tamaño o superficie construida; sin embargo, existe un límite o área mínima que debe poseer una vivienda para satisfacer las necesidades básicas de una familia (27 m² a 33 m²). Una alternativa más efectiva para reducir el costo inicial y facilitar la adquisición de vivienda es la de la progresividad en la construcción, tanto por ampliación posterior de la vivienda como por el mejoramiento de la misma y la sustitución o añadidura de componentes. Por otra parte, existe la posibilidad de reducir el efecto de los diversos componentes del costo de la vivienda, como por ejemplo: el costo del terreno urbanizado, el costo de la mano de la obra, el costo de los materiales de construcción, el costo del financiamiento bancario y disminución del costo de la tramitología. Las estrategias para reducir el precio de la vivienda deben, por lo tanto, atender a esos cinco factores.

El costo del terreno urbanizado (con todos los servicios), depende del costo de la infraestructura más que del costo de la tierra, por lo que es imprescindible controlar el primero para reducir el costo del terreno urbanizado. Con voluntad política se puede reducir el efecto del costo del terreno por unidad de vivienda al incrementar la densidad de éstas, es decir, el número de viviendas por unidad de superficie, aunque esta acción puede tener efectos negativos sobre la calidad de vida de los habitantes si se exceden límites razonables de densidad.

El costo de la mano de obra se puede reducir si se utilizan sistemas constructivos que la requieran en menor medida o, al menos, poca mano de obra calificada. También se puede reducir este indicador si se promueve y facilita que las propias personas que van a habitar las viviendas participen en su construcción, mediante planes de autoconstrucción.

El costo de los materiales de construcción, así como el de la mano de obra se pueden reducir mediante el uso de materiales y componentes de producción industrializada. Otras acciones, que generalmente van en detrimento de la calidad de vida de las personas, implican disminuciones en la calidad de los acabados interiores, instalaciones y equipos, el número de garajes de estacionamiento techados, las áreas verdes y los servicios comunales.

El costo del financiamiento depende en gran medida de las tasas de interés prevalecientes en el mercado y éstas dependen a su vez del estado de la economía. Sin embargo, algunas acciones que pueden reducir este costo implican el otorgamiento de préstamos acordes con la capacidad de pago de las familias, el uso de mecanismos especiales (por fuera de las instituciones bancarias),

de financiamiento y programas de ahorro, el fortalecimiento de las empresas promotoras y constructoras y de las instituciones financieras hipotecarias, la organización de cooperativas y asociaciones de vivienda y por supuesto, el subsidio directo del Estado a la demanda de vivienda dirigido hacia los más necesitados.

El costo de los trámites es muy variable en los estados de la república, lo mismo que el número de ellos; existen estados donde es necesario realizar hasta 57 trámites, y su costo sale de la cartera de los compradores o beneficiarios. En Puebla es necesario ejecutar 26 trámites.

Los datos que arroja la Tabla 4 resultan suficientes para ilustrar la enorme diferencia entre los costos de construcción y los precios que tiene que pagar la familia para adquirir su vivienda. Por ejemplo, una vivienda unifamiliar de Tipología A tiene un costo de unos 107 mil pesos, se vende al contado a 120,5 mil, precio casi prohibitivo para la población a la que va dirigida ese tipo de vivienda, y de encarar créditos bancarios el precio es más del doble del costo de producción (\$ 256,229.00).

Tabla 4. Costos relativos de las diferentes partes de las viviendas objeto de estudio.

Tipo de Construcción	Cimentación	Estructura	Acabados	Instalaciones	Cancelería	Costo	Precio de venta	Precio crédito A 25 años
Unifamiliar Tipología A	6,303.72 5.87%	39,099.10 36.40%	39,671.43 36.93%	14,457.12 13.46%	7,871.21 7.33%	107,402.58 100%	120,578.65	256,229.62
Duplex: 2 Viv. Tipología B	13,820.62 8.05%	55,834.42 32.52%	70,096.14 40.83%	19,875.12 11.58%	12,027.27 7.00%	171,653.57 100%	93,783.51	199,289.95
Multifamiliar: 4 Viv. Tipología C	17,735.24 6.88%	128,915.73 50.04%	63,157.47 24.51%	29,812.68 11.57%	18,040.91 7.00%	257,662.03 100%	92,007.13	195,515.16
Multifamiliar: 6 Viv. Tipología D	19,682.82 6.07%	165,510.53 51.10%	81,158.21 25.04%	36,698.55 11.32%	21,002.79 6.48%	324,052.90 100%	87,547.76	186,038.99
Multifamiliar: 8 Viv. Tipología E	24,603.52 6.07%	206,888.16 51.07%	101,447.76 25.04%	45,873.18 11.32%	26,253.48 6.48%	405,066.10 100%	109,434.70	232,548.74

Fuente: Estudio realizado por un Grupo de Expertos de la Constructora Gutiérrez Viveros S.A. de C.V. Costos al año 1980-1992.

El mantenimiento de las viviendas

En ese sentido también es importante señalar que en México el mantenimiento de las viviendas era establecido de la siguiente forma: desde el comienzo de la explotación y hasta los dos años de vida, el organismo o empresa constructora respondía por dicha actividad. A partir de los dos años eran las administraciones municipales las que se encargaban de aplicar el mantenimiento. Esto era establecido en la Ley del Instituto del Fondo Habitacional de la Vivienda para los trabajadores,¹³ que en su artículo 64 establecía un descuento del 1% del salario de los usuarios para la administración, operación y mantenimiento de los conjuntos habitacionales. Esta Ley se aplicó a los conjuntos habitacionales que se estudian en este trabajo, estuvo vigente en la mayor parte de su vida útil, pero lamentablemente el resultado de las acciones de mantenimiento dejó mucho que desear, aspecto que se analizará más adelante. En la actualidad la Ley se ha modificado y toda labor de conservación corre a cargo de los propios usuarios y por su esfuerzo propio, pero la situación que existe en el país en cuanto a la conservación de las viviendas es evaluada como mala.

Conclusiones



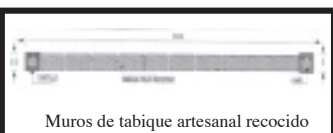



1. Se comprobó que las tipologías para la vivienda de interés so-


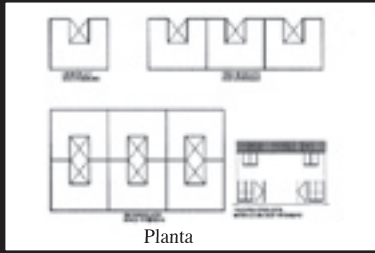



cial y básica en Puebla tienen rasgos comunes, pero se pueden establecer diferencias que permiten estudiar su comportamiento durante las diferentes etapas de su creación, y sobre todo para futuros estudios sobre los procesos patológicos que experimenta.

2. Los resultados de la caracterización demuestran que el tipo de vivienda estudiada no se produce con enfoque sustentable.
3. El cumplimiento de la normativa, el aseguramiento de la calidad y los precios, son factores que exigen alternativas inmediatas para superar el estado de retroceso que experimenta este tipo de vivienda.
4. La conservación y en particular el mantenimiento preventivo y sistemático constituyen actividades prioritarias para todas las tipologías estudiadas. ⚙

Referencias

1. Infonavit. Catálogo de prototipos Infonavit. Subdirección técnica. 1979.
2. CMIC. Cámara Mexicana de la Construcción, 2003.
3. CMIC. Cámara Mexicana de la Construcción, 2004.
4. Ídem. 2
5. Norma Mexicana NMX-C-404-1997-ONNCCE. Industria de la construcción: bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural. Especialización y métodos de Prueba. México. D.F.
6. Meli, R. Mampostería estructural. La práctica, la investigación y el comportamiento sísmico observado en México. Cuadernos de investigación, No 17, 1992, México D.F.
7. Norma Mexicana. N-CMT-2-01-002/02. Características de los materiales. 6 p.
8. Ídem. 5
9. Peterssen, G. El desarrollo sostenible en los materiales de construcción para la vivienda en Cuba. Tesis inédita de Doctorado. La Habana, Cuba, 1998.
10. Maña, F. ACV Aplicado a los materiales y a las soluciones constructivas. Jornadas de la construcción y desarrollo sostenible. Barcelona, España, 1996.
11. Rieradevall, J. El ACV, una herramienta básica para la gestión ambiental. Jornadas de la construcción y desarrollo sostenible. Colegio de arquitectos de Barcelona, Barcelona, España, 1996.
12. Gamboa, E. Criterios de diseño para la construcción prefabricada en la autoconstrucción. Anales del II Curso Iberoamericano de técnicas constructivas para vivienda de interés social. Conjunto demostrativo de tecnologías V Centenario. Montevideo, Uruguay, 1999.
13. INFONAVIT. Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. Ed. Armi Mexicana, S. A. de C. V. México, 1994, 140 p.

FICHA DE TIPOLOGÍA REPRESENTATIVA		TIPOLOGÍA	A
DATOS GENERALES Número de niveles: 1 Edad promedio: 25 años Asentamientos o colonias donde está ubicada: “Colonia Fidel Velázquez”.			
DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA <u>Cimentación:</u> Corrida de piedra braza y con cadena de cerramiento a modo de zapata. <u>Estructura portante:</u> Muros de tabique artesanal recocido con castillos de hormigón armado en los encuentros para lograr su amarre o traba. <u>Cubierta:</u> Losa de hormigón armado con impermeabilización de membrana líquida. Drenaje por caída libre. <u>Revestimientos:</u> Revocado fino o grueso.		 <p>Muros de tabique artesanal recocido</p>	 <p>Planta</p>
Requerimientos tecnológicos: bajos, prima lo artesanal.		 <p>Cimiento de piedra braza</p>	 <p>Detalle de cimentación</p>
Presupuesto / costo: 68 000 pesos			

FICHA DE TIPOLOGÍA REPRESENTATIVA		TIPOLOGÍA	B
DATOS GENERALES Número de niveles: 2 Edad promedio: 20 Asentamientos o colonias donde está ubicada: Colonias “Bosque de San Sebastián”, “Movimiento Obrero La Ciénaga” y la “La Margarita”.			
DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA <u>Cimentación:</u> Losa de cimentación de hormigón armado y cadenas (zapatas) de hormigón armado. <u>Estructura portante:</u> Muros de tabique artesanal recocido e industrializado, con castillos de amarre de hormigón armado en los encuentros de muros. <u>Entrepiso:</u> De vigueta y bovedilla. <u>Cubierta:</u> Losa hormigón armado (losa de azotea), con impermeabilización de membrana líquida. Drenaje por bajante pluvial. <u>Revestimientos:</u> Revoque fino o se dejan los muros a vista (expuestos) Son viviendas Duplex bi o mono familiares.		 <p>Planta</p>	 <p>Refuerzo de muros</p>
Requerimientos tecnológicos: bajo-medio		 <p>Castillos ahogados</p>	 <p>Entrepiso y cubierta</p>
Presupuesto / costo: 53 000 pesos			

FICHA DE TIPOLOGÍA REPRESENTATIVA		TIPOLOGÍA	C
DATOS GENERALES Número de niveles: 3 Edad promedio: 24 años Asentamientos o colonias donde está ubicada: Colonias "Bosque de San Sebastián, Movimiento Obrero La Ciénaga, La Margarita, La Victoria".			
DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA <u>Cimentación:</u> Losas de hormigón armado y cadenas. <u>Estructura:</u> Muros de tabiques cocidos industrializados, con refuerzo (castillos) tanto horizontal como vertical (mampostería armada). Tabicón de Tepexil macizo revocado. Refuerzo horizontal con tabique artesanal recocado (dos hiladas a la usanza de verdugada). <u>Entrepisos:</u> De viguetas y bovedillas o de losas de hormigón armado. <u>Cubiertas:</u> Ídem entrepisos. Impermeabilización con membrana líquida (pintura), y drenaje por bajantes pluviales. <u>Revestimientos:</u> a vista o con repello fino o rústico		 <p>Detalles de la estructura portante</p>	
Requerimientos tecnológicos: Medios-altos		 <p>Detalle de entrepisos y cubierta</p>	
Presupuesto / costo: 92 000 pesos		 <p>Detalle de losa de cimentación</p>	

FICHA DE TIPOLOGÍA REPRESENTATIVA		TIPOLOGÍA	D
DATOS GENERALES Número de niveles: 4 Edad promedio: 20 Asentamientos donde está ubicada: Colonias "Bosque de San Sebastián, Movimiento obrero La Ciénaga, La Margarita, San José de Xiloxtzingo, San Manuel, Puente de San Bartolo, San Pedro, Villa Frontera, Bosque 5 de febrero, Hermeregirido Galiana, La Flor, Loma Bella, Independencia, Mateo del Regil Rodríguez".			
DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA <u>Cimentación:</u> Losa de cimentación, con contra trabes perimetrales e interiores. <u>Estructura portante:</u> Muros de tabique industrializado exteriores e interiores y también tabiques artesanales recocidos para interior. Castillos verticales y refuerzos horizontales llamados contra trabe perpendiculares a los verticales. Tabicón de Tepexil verdugado con hormigón armado. <u>Entrepisos y cubiertas:</u> Vigueta y bovedilla. Impermeabilización con membrana líquida y bajantes. Terminaciones: Revocado fino o grueso. A veces a vista.		 <p>Muros con sus refuerzos</p>	
Requerimientos tecnológicos: medios - altos		 <p>Entrepisos y cubiertas</p>	
Presupuesto / costo: 51 000 pesos			

FICHA DE TIPOLOGÍA REPRESENTATIVA		TIPOLOGÍA	E
DATOS GENERALES		 	
<p>Número de niveles: 5 Edad promedio: 15 años</p> <p>Asentamientos o colonias donde está ubicada: Colonia "Mateo del Regil Rodríguez".</p>			
DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA		 	
<p><u>Cimentación:</u> Losa de cimentación, con contra trabes perimetrales e interiores.</p> <p><u>Estructura portante:</u> Muros de tabique industrializado exteriores e interiores y también tabiques artesanales recocidos para interior. Castillos verticales y refuerzos horizontales llamados contra trabe perpendiculares a los verticales. Tabicón de Tepexil verdugado con hormigón armado.</p> <p><u>Entrepisos y cubiertas:</u> Vigüeta y bovedilla.</p> <p>Impermeabilización con membrana líquida y bajantes pluviales.</p> <p><u>Terminaciones:</u> Revocado fino o grueso. A veces a vista.</p>			
Requerimientos tecnológicos: medios-altos			Refuerzos de muros
Presupuesto / costo: 50 000 pesos			